

전자 패키징용 전도성 경사 범프 제작에 관한 연구

Development of Inclined Conductive Bump for Electronic Packaging

박아영, 김선락, [†]유종문, ^{**}김택수

A.-Y. Park, S.-R. Kim, [†]Choong. D. Yoo, ^{**}T. Kim (tskim1@kaist.ac.kr)

한국과학기술원 기계공학과

[†]Deceased

Key words : ACF, Conductive bump, Inclined bump, Electronic packaging

1. 서론

최근 집적회로의 밀도 증가로 인하여 전자부품의 전극 간격과 크기가 감소하면서 전도성 범프의 간격도 감소하게 되었고 최근 $50\mu\text{m}$ 이하에서도 전기적 단락을 방지하기 위한 미세간격을 갖는 전도성 범프를 요구하고 있다 [1]. 한편, 기존 전기 도금 공정에서는 일반 노광 공정을 이용하여 실린더 형상의 범프를 형성하였다. 이 경우 압력이 가해지면 범프의 변형 방향을 예측할 수 없으므로 범프 간의 전기적인 단락이 발생할 수 있고, 도금 공정에서 긴 시간과 정밀한 공정 제어가 필요하다는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 새로운 공정을 이용하여 미세간격에서도 적용할 수 있는 웨이퍼레벨의 전도성 경사 범프 (Inclined Conductive Bump, ICB) 를 제작하였다. 또한 경사 노광과 CMP 공정을 이용하여 전극 위에 70, 80도의 경사진 중공 실린더 형상의 전도성 경사 범프를 제작하고 적합한 형상을 제안하였다.

2. 전도성 경사 범프의 설계

현재 사용되고 있는 ACF의 전도성 입자는 폴리머를 코어로 하여 그 외부에 메탈과 절연층을 코팅하여 사용 한다 [2]. 입자의 크기는 일반적으로 직경 $3\text{-}5\mu\text{m}$ 이다. 전도성 입자가 아닌 전기도금을 통하여 전도성 범프를 형성하는 경우 지름 $10\mu\text{m}$, 높이 $6\mu\text{m}$ 부터 지름 $18\text{-}20\mu\text{m}$, 높이 $150\mu\text{m}$ 까지 다양한 크기로 제작이 가능하다[3-5]. 본 연구에서는 $50\mu\text{m}$ 이하 범프 간격에서도 전기적 단락이 발생하지 않도록 Fig. 1과 같이 지름 $20\mu\text{m}$, 두께 $3\mu\text{m}$, 높이 $20\mu\text{m}$ 와 $30\mu\text{m}$ 의 간격을 가진다. 또한 경사 각도는 $10\mu\text{m}$ 이내 간격에서 전기적 단락이 발생하지 않는 범위 내에서 각도를 결정하여 전극 위에 70, 80도의 전도성 경사 범프를 제작하였다.

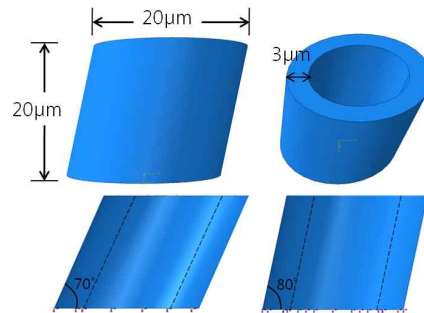


Fig. 1 Schematic views of ICB

3. 전도성 경사 범프의 제작

(1) 전극 형성 : Oxide층 위에 형성될 전극은 lift-off 공정을 이용하여 형성한다. AZ9260을 이용하여 전극 패턴을 형성한 후, Cr과 Au를 각각 증착한다. 증착이 끝난 후, 웨이퍼를 아세톤에 넣고 AZ9260과 그 위에 증착된 Cr/Au를 제거하여 최종적으로 전극을 SiO_2 웨이퍼 위에 형성한다.

(2) 범프 패터닝 : 전극이 형성된 웨이퍼 위에 AZ9260을 이용하여 경사 노광, 현상하여 범프를 패터닝 한다. 이 때 경사는 굴절의 법칙(Snell's law)를 따른다.

(3) Seed layer 증착 및 전기도금 : E-beam evaporator를 이용하여 seed layer로 사용할 Ti/Cu 층을 증착하고 전기 도금을 통하여 중공 실린더 형태의 범프를 형성한다. 전기도금 공정은 벽면의 두께에 따라 달라지며 $3\mu\text{m}$ 일 때에는 14분이 소요된다.

(4) CMP공정 : 위와 같이 Seed layer는 웨이퍼 전체에 증착되므로 전기 도금으로 형성된 구리층 역시 웨이퍼 전체에 전기적으로 연결되므로 전도성 범프 사이를 전기적으로 절연시키기 위하여 CMP(Chemical mechanical polishing) 공정을 이용한 기계적 가공을 통하여 윗면을 가공하여 각각의 범프를 전기적으로 절연시킨다.

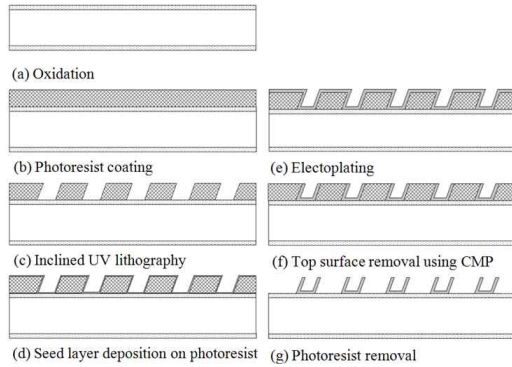


Fig. 2 Novel process flow for fabricating ICB

4. 전도성 경사 범프의 제작결과

Fig. 3(a)와 같이 80도의 경사각을 가지는 범프는 완전한 원형 윗면을 가지는 반면 70도의 경사각을 가지는 범프는 C형 윗면이 형성되었다. Fig. 3(b)는 경사진 전도성 범프의 단면 사진을 나타낸다. 경사각 80도의 범프는 실린더의 옆면 전체에 전기도금이 진행되어 범프의 높이가 동일하고 두께 역시 균일하게 Π 와 같은 형상을 갖는다. 그러나 경사각 70도의 범프는 전기도금으로 옆면이 형성되지 않아 L자 형상을 하고 있거나 중간이 끊어진 Π 자와 같은 형상을 하고 있다.

이와 같은 문제는 seed layer를 증착하는 과정에서 발생하며 전극과 80도의 경사를 가지는 범프의 경우 경사노광 된 감광제 패턴의 옆면까지 seed layer가 전체적으로 증착되어 원형의 윗면과 Π 자형상의 단면을 가지는 범프가 형성된다. 하지만 70도의 경사를 가지는 범프의 경우 경사노광 된 패턴의 내부 옆면에는 seed layer가 증착되지 않아 C형 윗면과 L자 단면을 가지는 실린더형상의 범프가 형성된다. 따라서 전도성 경사 범프로는 전극과 80도의 각도가 적합하다고 판단된다.

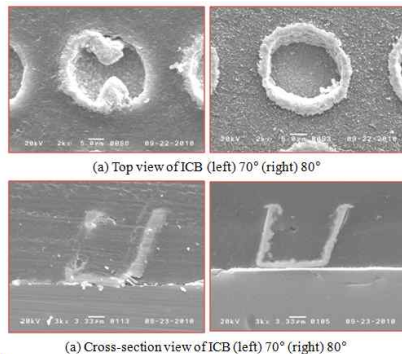


Fig. 3 Top and Cross-section views of ICB

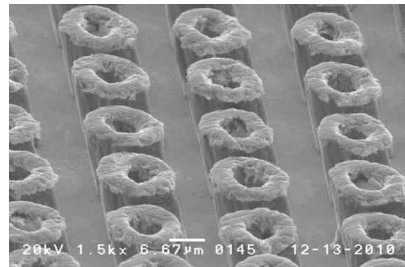


Fig. 4 SEM image of a Inclined Conductive Bump

Fig. 4는 80도의 경사각을 가지는 전도성 경사 범프의 SEM사진이다.

5. 결론

기존 ACF가 가지고 있는 문제점을 해결하기 위하여 경사노광을 통하여 전도성 경사 범프의 형상과 웨이퍼 레벨에서의 새로운 제작 공정을 제안하였고, 공정을 통하여 전극과 70도, 80도의 경사를 가지는 두 가지의 범프를 제작하여 80도의 전도성 경사 범프가 제작에 적합하는 것을 확인하였다.

후기

본 연구는 지식경제부, 산업기술연구회의 협동 연구사업 일환인 “차세대 반도체 MCP핵심기술 개발사업”의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. Yim M.J. et al, "Review of recent advances in electrically conductive adhesive materials and technologies in electronic packaging", Journal of adhesion science and technology, Vol. 22, pp. 1593-1630, 2008
2. LG전자, "전도성 입자의 제조방법 및 전도성 입자 구조", 대한민국특허, 2001-0065749, 2001
3. Ishibashi K. et al, "A new anisotropic conductive film with arrayed conductive particles", Transactions on components, packaging, and manufacturing technology, Part B, Vol. 19, No. 4, pp. 752-757, 1996
4. Hotta Y. et al, "Development of 0.025mm pitch anisotropic conductive film", Electronic components and technology conference, pp. 1042-1046, 1998
5. Souriau J.C. et al, "Electrical conductive film for flip-chip interconnection based on z-axis conductors", Electronic components and technology conference, pp. 1151-1153, 2002